

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 09-195949  
(43) Date of publication of application : 29.07.1997

(51) Int.Cl.

F04B 49/06  
F04B 17/04  
H02P 5/00

(21) Application number : 08-006602

(71) Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22) Date of filing : 18.01.1996

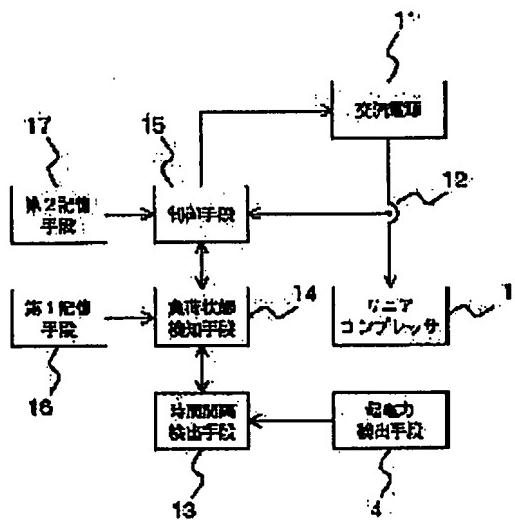
(72) Inventor : MATSUMURA SHINICHI  
NAKAYAMA TAKAFUMI

## (54) DRIVING DEVICE FOR LINEAR COMPRESSOR

### (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To always drive a linear compressor under a resonant condition regardless of load states by providing means for controlling output voltage and a frequency according to detected load conditions.

**SOLUTION:** Load state detecting means 14 finds out the amplitude center position of the piston of a linear compressor on the basis of time intervals that a piston detected by time interval detecting means 13 is passed through, and detects the present load states on the basis of the amplitude center position. Also, control means 15 controls output voltage and a frequency to a resonance frequency against load conditions detected by the load state detecting means 14. By this constitution, a linear compressor can be always driven under a resonant condition regardless of load conditions, and also can be always controlled to appropriate driving electric power according to the load conditions, and a desired freezing ability can be obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3762469

[Date of registration] 20.01.2006

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-195949

(43)公開日 平成9年(1997)7月29日

(51)Int.Cl <sup>e</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 04 B 49/06 17/04	3 4 1		F 04 B 49/06	3 4 1 G
H 02 P 5/00	1 0 1		H 02 P 5/00	1 0 1 E
			F 04 B 17/04	

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願平8-6602

(22)出願日 平成8年(1996)1月18日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 松村 新一

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72)発明者 中山 隆文

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

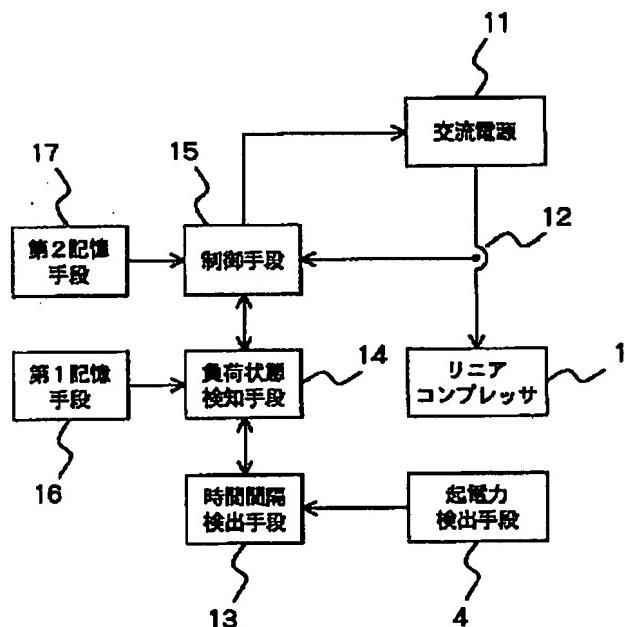
(74)代理人 弁理士 岡田 敏

(54)【発明の名称】 リニアコンプレッサの駆動装置

(57)【要約】

【課題】 所望の駆動電力を得ると共に、高効率を維持することができるリニアコンプレッサの駆動装置を提供する。

【課題解決手段】 リニアモータ1に駆動電力を供給するための出力電圧及びその周波数の制御が可能な交流電源11と、ピストン32又は可動体40の往復移動経路途中の所定位置に設けられ、該所定位置を前記ピストン32又は可動体40が通過する時間間隔を検出する時間間隔検出手段13と、該時間間隔検出手段13によって検出された時間間隔に基づき現在の負荷状態を検知する負荷状態検知手段14と、該負荷状態検知手段14によって検出された負荷状態に応じて、前記出力電圧及び周波数を制御する制御手段15と、を備える。



### 【特許請求の範囲】

【請求項1】リニアモータによってピストン及び該ピストンに一体的に設けられた可動体を往復運動させ圧縮ガスを生成するリニアコンプレッサの駆動装置であつて、前記リニアモータに駆動電力を供給するための出力電圧及びその周波数の制御が可能な交流電源と、前記ピストン又は可動体の往復移動経路途中の所定位置に設けられ、該所定位置を前記ピストン又は可動体が通過する時間間隔を検出する時間間隔検出手段と、該時間間隔検出手段によって検出された時間間隔に基づき現在の負荷状態を検知する負荷状態検知手段と、該負荷状態検知手段によって検出された負荷状態に応じて、前記出力電圧及び周波数を制御する制御手段と、を備えていることを特徴とするリニアコンプレッサの駆動装置。

【請求項2】前記負荷状態検知手段は、前記時間間隔検出手段によって検出された時間間隔に基づきピストンの振幅中心位置を求め、該振幅中心位置に基づいて現在の負荷状態を検知していることを特徴とする請求項1記載のリニアコンプレッサの駆動装置。

【請求項3】前記制御手段は、前記負荷状態検知手段により検出された負荷状態に対する共振周波数に制御することを特徴とする請求項1記載のリニアコンプレッサの駆動装置。

【請求項4】前記ピストン又は可動体に一体的に取り付けられた磁石部材と、該磁石部材の往復移動経路途中の所定位置に設けられたソレノイドと、該ソレノイドに誘起される誘起起電力を検出する起電力検出手段と、を備え、前記時間間隔検出手段は、前記起電力検出手段からの検出結果に基づいて前記磁石部材が前記ソレノイドを通過する時間間隔を検出することを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載のリニアコンプレッサの駆動装置。

【請求項5】前記負荷状態検知手段は、前記時間間隔検出手段によって検出された時間間隔と、前記交流電源の出力電圧値とに基づいて、ピストンの振幅中心位置を求ることを特徴とする請求項4記載のリニアコンプレッサの駆動装置。

【請求項6】前記負荷状態検知手段は、前記時間間隔検出手段によって検出された時間間隔と、前記起電力検出手段によって検出された誘起起電力のピーク値とに基づいて、ピストンの振幅中心位置を求ることを特徴とする請求項4記載のリニアコンプレッサの駆動装置。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はリニアコンプレッサの駆動装置に関し、特に、リニアモータによってピストンを往復運動させ圧縮ガスを生成するリニアコンプレ

ッサの駆動装置に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】近年、冷蔵庫のような冷凍装置において冷媒ガスを圧縮する機構としてリニアコンプレッサの開発が進められている。

【0003】図9は、従来のリニアコンプレッサ30の構成を示す断面図である。図9において、このリニアコンプレッサ30は、シリンダ31と、シリンダ31内に往復動自在に嵌挿されたピストン32と、ピストン32のヘッドに面して形成された圧縮室33と、圧縮室33内のガス圧に応じて開閉する吸込バルブ34及び吐出バルブ35とを備える。

【0004】また、このリニアコンプレッサ30は、ピストン32を往復動させるためのリニアモータ36と、ピストン32を往復動自在に支持するためのピストンばね41とを備える。リニアモータ36は、円筒状の継鉄部37と、巻回されたコイルを有する固定子38、39と、円筒状の永久磁石を有する可動体40とを含む。継鉄部37は、シリンダ31と同心に設けられ、その一端はシリンダ31の一端に接合される。固定子38はシリンダ31の外周壁に設けられ、固定子39は継鉄部37の内周壁に設けられる。可動体40は、固定子38と39の間に往復動自在に挿入され、その一端はピストン32の一端に接合される。ピストンばね41の周辺部は継鉄部37の他端面に固定され、その中央部41aはピストン32の一端に固定される。

【0005】ピストン32は、ピストン32及び可動体40の重量、圧縮室33内のガスの圧力変動に基づくガスばねのばね定数、ピストンばね41のばね定数などから定まる共振周波数Fcを有する。従って、共振周波数Fcは、ピストンばね41のばね定数を調整することによりたとえば商用電力の周波数に設定される。リニアモータ36の固定子38、39のコイルには、図示しない交流電源より共振周波数Fcの一定の交流電圧が印加される。

【0006】なお、これらの部品31～41は、防音・防振のためマウントばね42を介してケーシング43内に収容される。一方、代表的な冷凍装置として、図10に示す如く、リニアコンプレッサ30（圧縮機）、凝縮器101、膨張弁102及び蒸発器103をガス流路104にて接続した密閉式の冷凍装置が知られており、リニアコンプレッサ30は、蒸発器103で気化した冷媒ガスを、ガス流路104を通じて吸入して高圧に圧縮し、高圧となった冷媒ガスをガス流路104を経て凝縮器101に吐出する装置として使用されている。このため、図9に示すように、圧縮室33には、吸込バルブ34及び吐出バルブ35からなる弁機構を介して外部のガス流路104が接続されている。

【0007】以上の構成により、従来装置では吸込バルブ34から吸入された冷媒ガスを圧縮室33で高圧に圧

縮した後、吐出バルブ35を介して凝縮器101に供給している。

【0008】次に、このリニアコンプレッサ30の動作について説明する。前記交流電源によってリニアモータ36の固定子38、39のコイルに交流電圧を印加して電流を流すと、その電流の方向に応じた方向の電磁力が可動体40の永久磁石に作用し、可動体40及びピストン32が往復動する。このピストン32の往復動により、冷媒ガスが吸込バルブ34を介して圧縮室33内に吸込まれ、圧縮室33内で生成された圧縮ガスが吐出バルブ35を介して吐出される。

【0009】このように、リニアコンプレッサ30では、リニアモータ36によってピストン32が直接駆動されるので、動力源の回転運動がクラシック機構などによってピストンの往復運動に変換される回転式のコンプレッサに比べて、エネルギー損失が少なくて済み、装置の小型化が可能となる。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のリニアコンプレッサ30には以下のような問題があった。すなわち、冷凍装置の起動開始後又は熱負荷の増加等の場合には、予め設定されたリニアコンプレッサ30の吐出圧力（以下、定格吐出圧力という）に比較してその吐出圧力が高くなり、即ちリニアコンプレッサ30に対する負荷が高い状態（以下、高負荷状態という）では、図11に示すように、ピストン32の中立位置（ピストン32の振幅中心）が下降して出力が低下し、かえって冷凍能力が低下してしまう虞れがあった。逆に、冷凍装置の定常運転中又は熱負荷の減少等の場合には、リニアコンプレッサ30の吐出圧力が定格吐出圧力以下となり、即ちリニアコンプレッサ30に対する負荷が低い状態（以下、低負荷状態という）では、ピストン32の中立位置が上昇して出力が上昇し、必要以上に冷凍能力が上昇してしまう虞れがあった。

【0011】また、上述の共振周波数Fcは、圧縮室33内のガスの圧力変動に基づくガスばねのばね定数と上述の関係を有するため、定格吐出圧力時を想定して駆動周波数を決定した場合、高負荷状態或いは低負荷状態においてばね定数k1が変化することによって、共振周波数が変化して駆動周波数と一致せず、効率が低下するという問題があった。

【0012】本発明は斯かる点に鑑みて為されたものであって、リニアコンプレッサに対する負荷状態を検知し、その負荷状態に応じて駆動電圧及び駆動周波数を制御して、所望の駆動電力を得ると共に、高効率を維持することができるリニアコンプレッサの駆動装置を提供する。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明のリニアコンプレッサの駆動装置は、リニアモータに駆動電力を供給する

ための出力電圧及びその周波数の制御が可能な交流電源と、前記ピストン又は可動体の往復移動経路途中の所定位置に設けられ、該所定位置を前記ピストン又は可動体が通過する時間間隔を検出する時間間隔検出手段と、該時間間隔検出手段によって検出された時間間隔に基づき現在の負荷状態を検知する負荷状態検知手段と、該負荷状態検知手段によって検出された負荷状態に応じて、前記出力電圧及び周波数を制御する制御手段と、を備えている。更に、具体的には、前記負荷状態検知手段は、前記時間間隔検出手段によって検出された時間間隔に基づきピストンの振幅中心位置を求め、該振幅中心位置に基づいて現在の負荷状態を検知しており、また、前記制御手段は、前記負荷状態検知手段により検出された負荷状態に対する共振周波数に制御するものである。

【0014】この構成を用いることにより、負荷状態に拘わらず、常に共振状態でリニアコンプレッサ1を駆動させることができると共に、常に負荷状態に応じた適切な駆動電力に制御でき、所望の冷凍能力が得られる。

【0015】また、前記ピストン又は可動体に一体的に取り付けられた磁石部材と、該磁石部材の往復移動経路途中の所定位置に設けられたソレノイドと、該ソレノイドに誘起される誘起電力を検出する起電力検出手段と、を備え、前記時間間隔検出手段は、前記起電力検出手段からの検出結果に基づいて、前記磁石部材が前記ソレノイドを通過する時間間隔を検出する構成としてもよい。

【0016】この構成を用いることにより、ピストンの振幅中心位置（中立位置）を検出するための回路及び部品等を簡易な構成で実現することができる。更に、前記負荷状態検知手段は、前記時間間隔検出手段によって検出された時間間隔と、前記交流電源の出力電圧値とにに基づいてピストンの振幅中心位置を求める構成としてもよい。これにより、交流電源の出力電圧値の変化に基づくピストンのストローク変化を考慮したピストンの中立位置検出が可能となり、正確にピストンの中立位置が検出される。

【0017】或いは、前記負荷状態検知手段は、前記時間間隔検出手段によって検出された時間間隔と、前記起電力検出手段によって検出された誘起電力のピーク値とにに基づいて、ピストンの振幅中心位置を求める構成としてもよい。これにより、ピストンの移動速度が直接検出され、ピストンの中立位置検出の精度を一層向上させることができる。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明のリニアコンプレッサの駆動装置の一実施形態について説明する。尚、前述の従来装置（図9）と同じ構成については同一符号を付して示しており、これらの部分の詳細な説明は省略する。

【0019】本発明のリニアコンプレッサ1は、上述した如く、密閉形の冷凍装置の圧縮機として用いられる。そして、そのリニアコンプレッサ1には、図1に示す如く、ピストン32の一端が固定されたピストンばね41の中央部41aの裏面側に永久磁石2が一体的に固定されており、ピストン32の往復移動に伴って一体的に移動する。

【0020】そして、往復移動中の磁石2が所定位置に来たときに対向する場所に、ソレノイド3が設けられており、磁石2による磁界によってこのソレノイド3に誘起される起電力を検出する起電力検出手段4がリニアコンプレッサ1外部に設けられている。これによって、磁石2がソレノイド3と対向する場所を通過するとき、起電力検出手段4によって検出されるソレノイド3の誘起起電力が最大となるため、その事をを利用して磁石2の通過を検知することができる。尚、本実施形態では、定格負荷状態において、ピストン32が中立位置に位置する時に、磁石2がソレノイド3に対向するように設けている。その他の構成は、上述の従来装置と同様であるので詳細な説明は省略する。

【0021】次に、本発明のリニアコンプレッサの駆動装置の回路構成について、図2に示す機能的ブロック図に基づいて説明する。図2に示すように、このリニアコンプレッサ1の駆動装置は、交流電源11、起電力検出手段4、電圧検出手段12、時間間隔検出手段13、負荷状態検知手段14、制御手段15、第1記憶手段16及び第2記憶手段17を備えている。尚、時間間隔検出手段13、負荷状態検知手段14及び制御手段15は、ともにマイクロコンピュータにより構成されており、同一のマイクロコンピュータによって構成しても構わない。

【0022】交流電源11は、制御手段15から与えられた電圧値制御信号及び駆動電圧の周波数制御信号に応じた値の電圧Vc及び周波数fcをリニアコンプレッサ1に出力する。電圧検出装置12は、交流電源11の出力電圧を検出し、その検出結果を制御手段15に与える。

【0023】時間間隔検出手段13は、起電力検出手段4からの検出誘起起電力値に基づいて、磁石2がソレノイド3を通過してから、再び磁石2がソレノイド3を通過するまでの時間間隔を検出し、その検出結果を負荷状態検知手段14に送出している。具体的には、図3に示すように、ピストン32は交流電源11からの駆動電圧波形(図3(a))に対して約90度の位相差をもって往復移動する。このため、可動体40に一体的に取り付けられている磁石2がソレノイド3付近を通過するとき、ソレノイド3に誘起起電力が発生する。このことを利用して、ソレノイド3に発生する誘起起電力が発生する時間間隔(例えば図3(c)中のta1, ta2, tb1, tb2)を検出している。

【0024】負荷状態検知手段14は、時間間隔検出手段13からの検出時間間隔及び制御手段15からの出力電圧情報に基づいて、現在の負荷状態を検知してその結果を制御手段15に与えている。ここで、リニアコンプレッサ1のピストン32は、上述したように低負荷状態では中立位置が上昇し、高負荷状態では中立位置が下降する(図3(b))ため、低負荷状態では定格負荷状態に比較して、ピストン32が上死点側に移動の際の前記時間間隔(ta1 > ta2)が長くなり、一方、高負荷状態では定格負荷状態に比較して、ピストン32が下死点側に移動の際の前記時間間隔(tb1 < tb2)が長くなる。

【0025】このため、負荷状態検知手段14では、制御手段15からの出力電圧情報に基づいて、現在のピストン32の振幅の大きさ(ストローク)及びピストン32の移動状態を検知し、その検知結果と、上死点側に移動の際の時間間隔検出手段13の検出時間間隔とに基づいて、ピストン32の中立位置を検出している。そして、その検出されたピストン32の中立位置に基づいて、発生負荷を特定して制御手段15に与えている。

【0026】具体的には、図4に示す、検出ピストン中立位置に対する発生負荷のデータが第1記憶手段16に格納されており、その格納データに基づいて発生負荷を特定している。ここで、制御手段15からの出力電圧情報とは、ストロークに関する駆動電圧値と、ピストン32の位置に関する駆動電圧の極性をいう。これらは、ピストン32のストロークが駆動電圧値に基づいて決定され、駆動電圧値が高ければストロークが長くなる関係にあり、一方、ピストン32の移動状態が駆動電圧波形に対して約90度の遅れ位相となる関係にあるためである。尚、第1記憶手段16への格納データについては、予め実験で確認した結果に基づいて決定されている。

【0027】制御手段15は、負荷状態検知手段14からの発生負荷データに基づいて、第2記憶手段17の格納データに従い制御駆動電圧Vb及び駆動周波数fbを決定し、電圧検出装置12からの検出電圧値V及び周波数fがそれぞれ制御駆動電圧Vb及び駆動周波数fbとなるように、交流電源11に制御信号を送出している。具体的には、図5に示す発生負荷に対する制御駆動電圧データと、図6に示す発生負荷に対する制御駆動周波数データに基づいて、制御電圧及び周波数をそれぞれ決定している。尚、図5に示す制御駆動電圧データは、負荷状態に応じて図7に示す関係の駆動電力Wがリニアコンプレッサ1から得られる場合の制御駆動電圧を表しており、一方、図6に示す制御周波数データは、各負荷状態における共振周波数を表している。そして、図5及び図6に示すデータは、予め実験で確認した結果に基づいて決定され、そのデータが第2記憶手段17に格納されている。

【0028】これにより、負荷状態に拘わらず、常に共振状態でリニアコンプレッサ1を駆動させることができ、高効率を実現できる。また、負荷状態に応じた適切な駆動電力に制御でき、所望の冷凍能力が得られる。

【0029】次に、本発明のリニアコンプレッサの駆動装置の動作内容について、図8に示すフローチャートに基づいて説明する。先ず、制御手段15からの指令信号の入力に従い、交流電源11からリニアコンプレッサ1に周波数60Hz、電圧100Vの駆動電力が供給されてリニアコンプレッサ1が駆動される(S1)。

【0030】そして、次のステップS3では、交流電源11の出力電圧V及び駆動周波数fが電圧検出装置12によって検出されると共に、負荷状態検知手段14によって現在の発生負荷を検出する。

【0031】そして、検出された発生負荷に基づいて、制御駆動電圧Vb及び駆動周波数fbを決定し(S5)、電圧検出装置12からの検出電圧値V及び周波数fがそれぞれ制御駆動電圧Vb及び駆動周波数fbとなるように、交流電源11に制御信号を送出する(S7)。

【0032】その後、ステップS9においてリニアコンプレッサ1の停止指令が入力されたか否かを判別し、NOの場合には再びステップS1に戻り、YESの場合には制御処理を終了させてリニアコンプレッサ1を停止させる。

【0033】尚、上記実施の形態の説明では、負荷状態検知手段14において、出力電圧情報に基づいてピストン32のストロークを検知する場合について説明したが、この他に、起電力検出手段4において検出される検出誘起電力のピーク値が、ピストン32の移動速度に比例することを利用して、ピストン32の速度を直接検出し、その結果及び前記検出時間間隔に基づいて、ピストン32のストロークを検出することも可能である。この場合には、直接ピストン32のストロークが検出されることとなり、検出精度を向上させることができる。

【0034】上記実施の形態の説明は、本発明を説明するためのものであって、特許請求の範囲に記載の発明を限定し、或は範囲を減縮する様に解すべきではない。又、本発明の各部構成は上記実施の形態に限らず、特許請求の範囲に記載の技術的範囲内で種々の変形が可能であることは勿論である。

【0035】例えば、上記実施の形態の説明では、ソレノイド3により磁石2の通過を検出する場合について説明したが、この他にホール素子等の磁気検出手段を用いて磁石2の通過を検出させても構わない。

【0036】

【発明の効果】以上述べたとおり本発明によれば、負荷状態に拘わらず、常に共振状態でリニアコンプレッサ1

を駆動させることができ、負荷状態が変動しても効率が低下させることなく、高効率を維持することができる。

【0037】また、負荷状態に応じた適切な駆動電力が供給され、所望の冷凍能力が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態によるリニアコンプレッサの構成を説明するための概略構成図である。

【図2】図1装置のリニアコンプレッサの駆動装置の回路構成を示すブロック図である。

【図3】図2に示した時間間隔検出手段13及び負荷状態検知手段14での処理内容を説明するための図である。

【図4】図2に示した第1記憶手段16の格納データの内容を説明するための図である。

【図5】図2に示した第2記憶手段17に格納されている、発生負荷に対する制御駆動電圧データの内容を説明するための図である。

【図6】図2に示した第2記憶手段17に格納されている、発生負荷に対する制御駆動周波数データの内容を説明するための図である。

【図7】図5に示した制御駆動電圧データの基準となる、発生負荷に対する駆動電力の関係を説明するための図である。

【図8】図2に示したリニアコンプレッサの駆動装置の動作内容を示すフローチャートである。

【図9】従来のリニアコンプレッサの構成を示す断面図である。

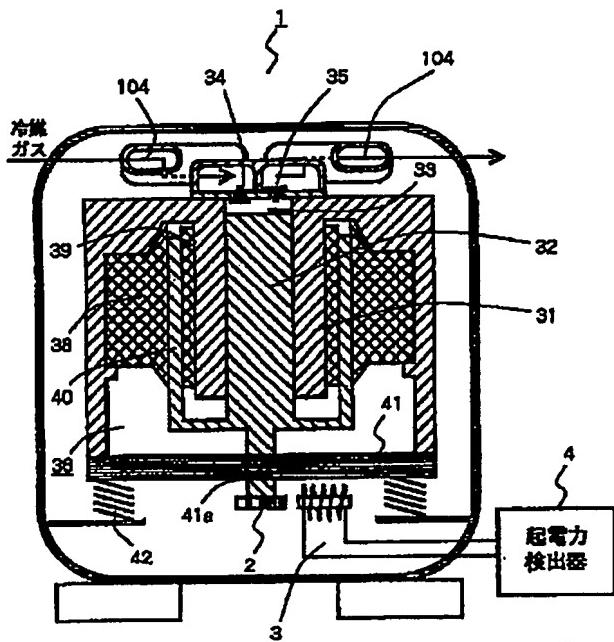
【図10】従来の代表的な冷凍装置の概略システム構成図である。

【図11】図9に示したリニアコンプレッサの問題点を説明するための図である。

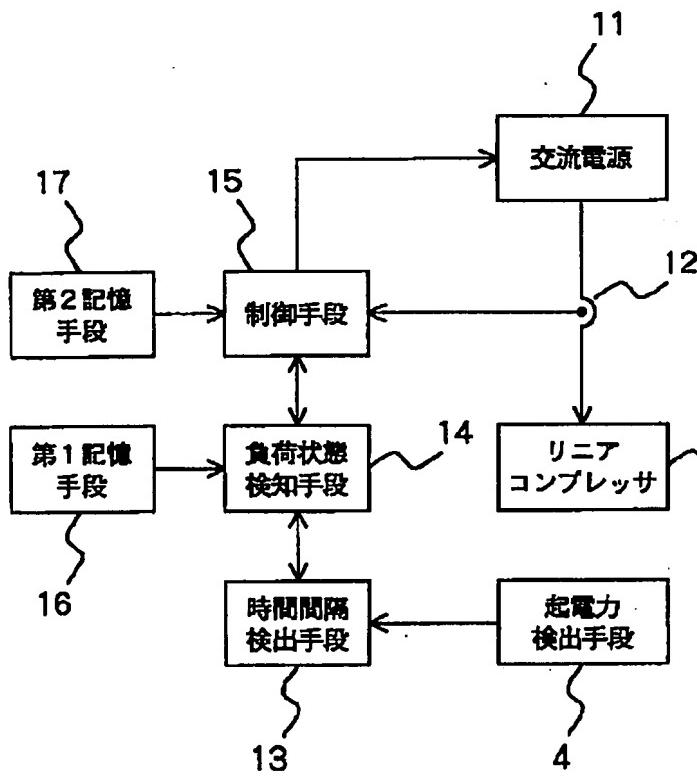
#### 【符号の説明】

- 1 リニアコンプレッサ
- 2 永久磁石
- 3 ソレノイド
- 4 起電力検出器(起電力検出手段)
- 11 交流電源
- 12 電圧検出装置
- 13 時間間隔検出手段
- 14 負荷状態検知手段
- 15 制御手段
- 16 第1記憶手段
- 17 第2記憶手段
- 30 リニアコンプレッサ
- 32 ピストン
- 36 リニアモータ
- 41 ピストンばね

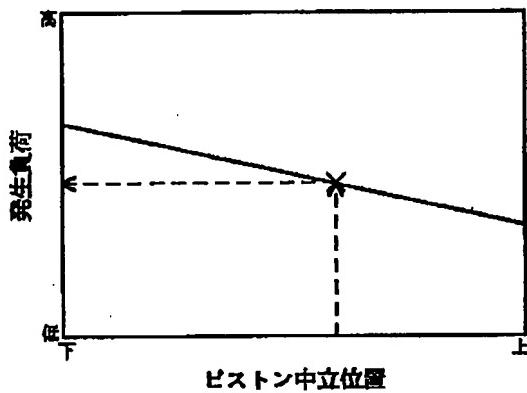
【図1】



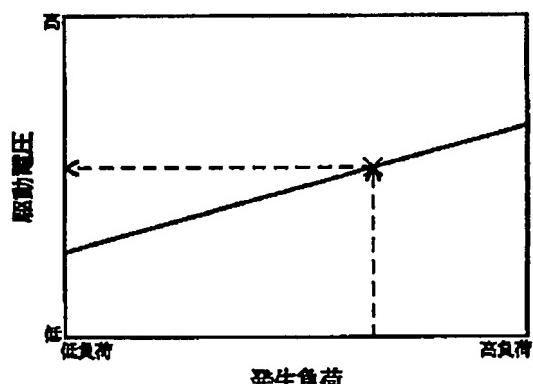
【図2】



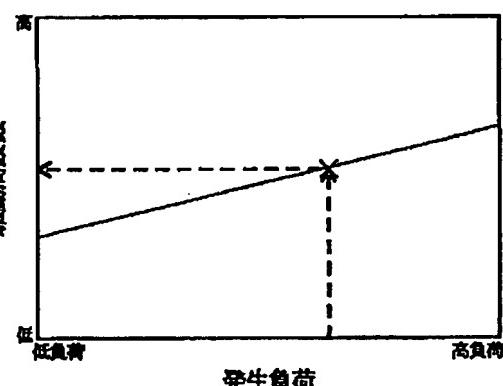
【図4】



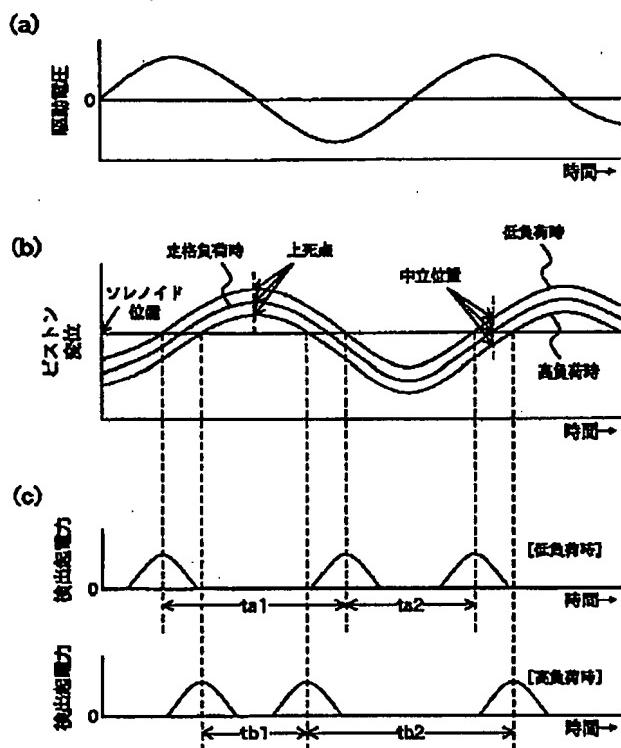
【図5】



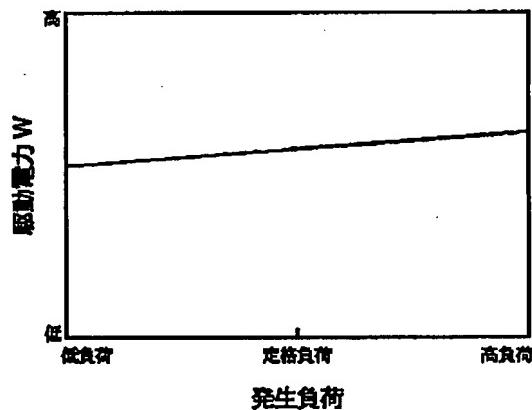
【図6】



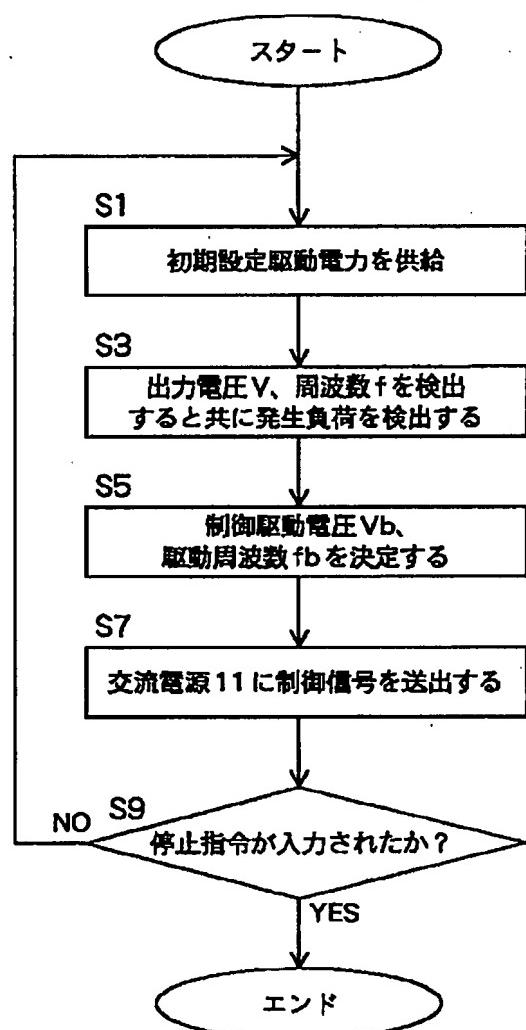
【図3】



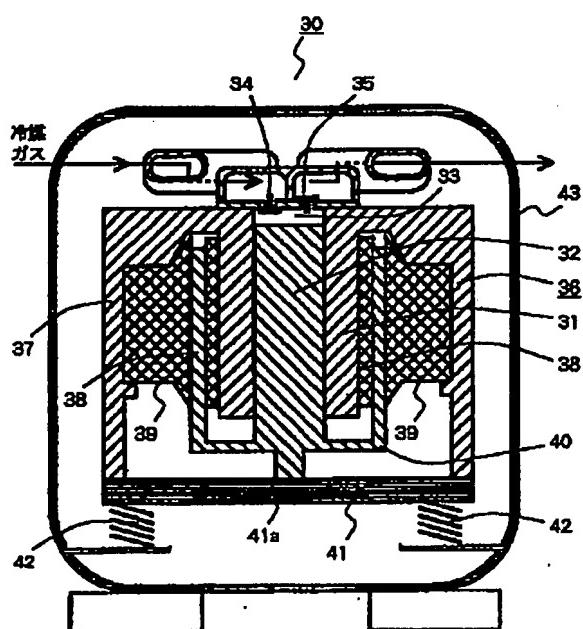
【図7】



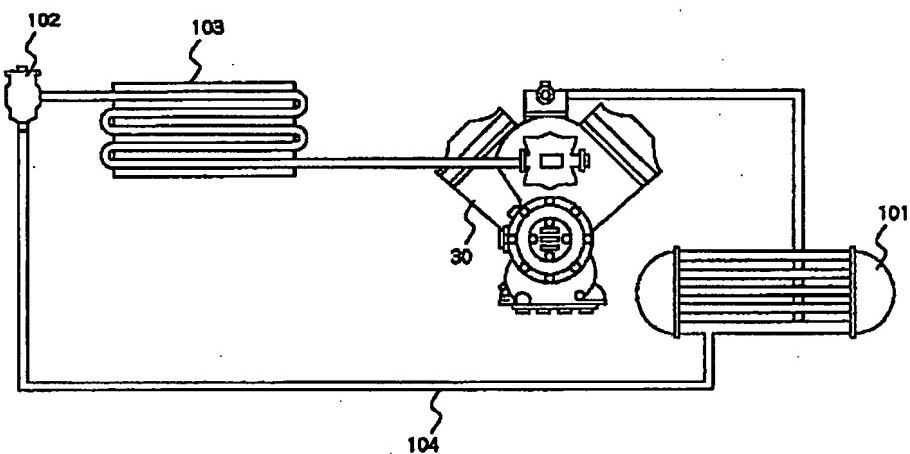
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

